下载APP

25 | Pub/Sub在主从故障切换时是如何发挥作用的？

2021-09-30 蒋德钧

《Redis源码剖析与实战》 课程介绍 >

讲述：蒋德钧
时长 17:39 大小 16.17M

你好，我是蒋德钧。

在前面两节课，我们学习了哨兵工作的基本过程：哨兵会使用 sentinelRedisInstance 结构体来记录主节点的信息，在这个结构体中又记录了监听同一主节点的其他哨兵的信息。**那么，一个哨兵是如何获得其他哨兵的信息的呢？**

这其实就和哨兵在运行过程中，使用的**发布订阅（Pub/Sub）**通信方法有关了。Pub/Sub 通信方法可以让哨兵订阅一个或多个频道，当频道中有消息时，哨兵可以收到相应消息；同时，哨兵也可以向频道中发布自己生成的消息，以便订阅该频道的其他客户端能收到消息。

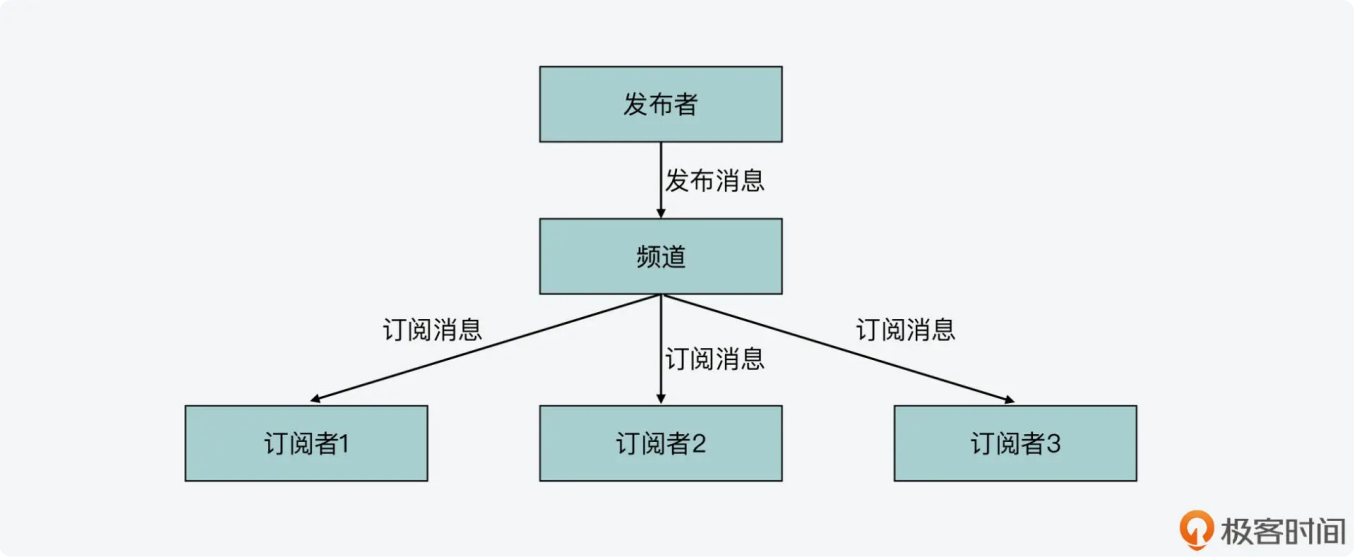
今天这节课，我就带你来了解发布订阅通信方法的实现，以及它在哨兵工作过程中的应用。同时，你还可以了解哨兵之间是如何发现彼此的，以及客户端是如何知道故障切换完成的。Pub/Sub 通信方法在分布式系统中可以用作多对多的信息交互，在学完这节课之后，当你要实现分布式节点间通信时，就可以把它应用起来。

好了，接下来，我们先来看下发布订阅通信方法的实现。

发布订阅通信方法的实现

发布订阅通信方法的基本模型是包含**发布者、频道和订阅者**，发布者把消息发布到频道上，而订阅者会订阅频道，一旦频道上有消息，频道就会把消息发送给订阅者。一个频道可以有多个订阅者，而对于一个订阅者来说，它也可以订阅多个频道，从而获得多个发布者发布的消息。

下图展示的就是发布者 - 频道 - 订阅者的基本模型，你可以看下。



频道的实现

了解了发布订阅方法的基本模型后，我们就来看下频道是如何实现的，因为在发布订阅通信方法中，频道很重要，它是发布者和订阅者之间通信的基础。

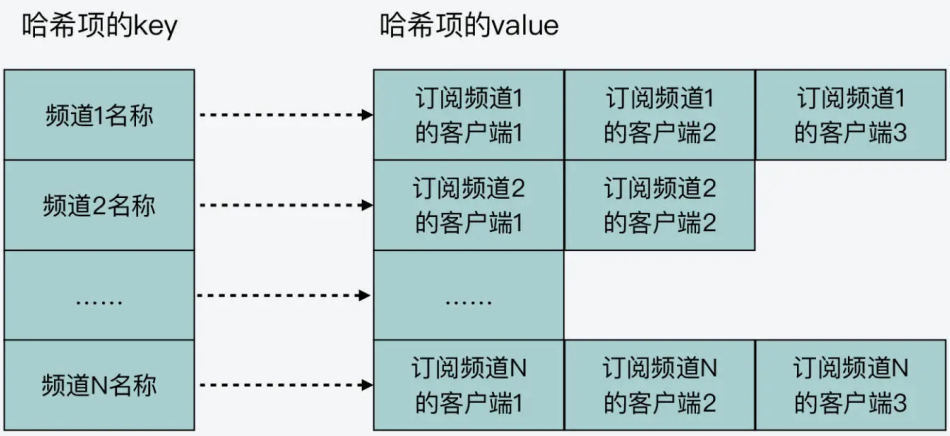
其实，Redis 的全局变量 server 使用了一个成员变量 **pubsub_channels** 来保存频道，pubsub_channels 的初始化是在 initServer 函数（在server.c文件中）中完成的。initServer 函数会调用 dictCreate 创建一个 **keylistDictType 类型的哈希表**，然后用这个哈希表来保存频道的信息，如下所示：

复制代码

```
void initServer(void) {
…
server.pubsub_channels = dictCreate(&keylistDictType,NULL);
…
}
```

注意，当哈希表是 keylistDictType 类型时，它保存的哈希项的 value 就是一个列表。而之所以采用这种类型来保存频道信息，是因为 Redis 把频道的名称作为哈希项的 key，而把订阅频道的订阅者作为哈希项的 value。就像刚才我们介绍的，一个频道可以有多个订阅者，所以 Redis 在实现时，就会用列表把订阅同一个频道的订阅者保存起来。

pubsub_channels 哈希表保存频道和订阅者的示意图如下所示：



pubsub_channels哈希表

极客时间

了解了频道是如何实现的之后，下面我们再分别看下发布命令和订阅命令的实现。

发布命令的实现

发布命令在 Redis 的实现中对应的是 **publish**。我在第 14 讲中给你介绍过，Redis server 在初始化时，会初始化一个命令表 redisCommandTable，表中就记录了 Redis 支持的各种命令，以及对应的实现函数。

这张命令表是在 server.c 文件中定义的，当你需要了解 Redis 某个命令的具体实现函数时，一个快捷的方式就是在这张表中查找对应命令，然后就能定位到该命令的实现函数

了。我们同样可以用这个方法来定位 publish 命令，这样就可以看到它**对应的实现函数是 publishCommand**（在pubsub.c文件中），如下所示：

复制代码

```
struct redisCommand redisCommandTable[] = {
…
{"publish",publishCommand,3,"pltF",0,NULL,0,0,0,0,0},
…
}
```

我们来看下 publishCommand 函数，它是调用 **pubsubPublishMessage 函数**（在 pubsub.c 文件中）来完成消息的实际发送，然后，再返回接收消息的订阅者数量的，如下所示：

复制代码

```
void publishCommand(client *c) {
    //调用pubsubPublishMessage发布消息
    int receivers = pubsubPublishMessage(c->argv[1],c->argv[2]);
    … //如果Redis启用了cluster，那么在集群中发送publish命令
    addReplyLongLong(c,receivers); //返回接收消息的订阅者数量
}
```

而对于 pubsubPublishMessage 函数来说，它的原型如下。你可以看到，它的两个参数分别是要**发布消息的频道**，以及**要发布的具体消息**。

复制代码

```
int pubsubPublishMessage(robj *channel, robj *message)
```

pubsubPublishMessage 函数会在 server.pubsub_channels 哈希表中，查找要发布的频道。如果找见了，它就会遍历这个 channel 对应的订阅者列表，然后依次向每个订阅者发送要发布的消息。这样一来，只要订阅者订阅了这个频道，那么发布者发布消息时，它就能收到了。

复制代码

```
//查找频道是否存在
de = dictFind(server.pubsub_channels,channel);
    if (de) { //频道存在
```

```
        …
        //遍历频道对应的订阅者，向订阅者发送要发布的消息
        while ((ln = listNext(&li)) != NULL) {
            client *c = ln->value;
            …
            addReplyBulk(c,channel);
            addReplyBulk(c,message);
            receivers++;
        }
    }
```

好了，了解了发布命令后，我们再来看下订阅命令的实现。

订阅命令的实现

和查找发布命令的方法一样，我们可以在 redisCommandTable 表中，找到订阅命令 **subscribe** 对应的实现函数是 **subscribeCommand**（在 pubsub.c 文件中）。

subscribeCommand 函数的逻辑比较简单，它会直接调用 pubsubSubscribeChannel 函数（在 pubsub.c 文件中）来完成订阅操作，如下所示：

复制代码

```
void subscribeCommand(client *c) {
    int j;
    for (j = 1; j < c->argc; j++)
        pubsubSubscribeChannel(c,c->argv[j]);
    c->flags |= CLIENT_PUBSUB;
}
```

从代码中，你可以看到，subscribeCommand 函数的参数是 client 类型的变量，而它会根据 client 的 **argc** 成员变量执行一个循环，并把 client 的每个 **argv** 成员变量传给 pubsubSubscribeChannel 函数执行。

对于 client 的 argc 和 argv 来说，它们分别代表了要执行命令的参数个数和具体参数值，那么，**这里的参数值是指什么呢?**

其实，我们来看下 pubsubSubscribeChannel 函数的原型就能知道了，如下所示：

```
int pubsubSubscribeChannel(client *c, robj *channel)
```

复制代码

pubsubSubscribeChannel 函数的参数除了 client 变量外，还会**接收频道的信息**，这也就是说，subscribeCommand 会按照 subscribe 执行时附带的频道名称，来逐个订阅频道。我也在下面展示了 subscribe 命令执行的一个示例，你可以看下。当这个 subscribe 命令执行时，它会订阅三个频道，分别是 channel1、channel2 和 channel3：

复制代码

```
subscribe channel1 channel2 channel3
```

下面我们来具体看下 pubsubSubscribeChannel 函数的实现。这个函数的逻辑也比较清晰，主要可以分成三步。

首先，它把要订阅的频道加入到 server 记录的 pubsub_channels 中。如果这个频道是新创建的，那么它会在 pubsub_channels 哈希表中新建一个哈希项，代表新创建的这个频道，并且会创建一个列表，用来保存这个频道对应的订阅者。

如果频道已经在 pubsub_channels 哈希表中存在了，那么 pubsubSubscribeChannel 函数就直接获取该频道对应的订阅者列表。

然后，pubsubSubscribeChannel 函数把执行 subscribe 命令的订阅者，加入到订阅者列表中。

最后，pubsubSubscribeChannel 函数会把成功订阅的频道个数返回给订阅者。

下面的代码展示了这部分的逻辑，你可以看下。

复制代码

```
if (dictAdd(c->pubsub_channels,channel,NULL) == DICT_OK) {
    …
    de = dictFind(server.pubsub_channels,channel); //在pubsub_channels哈希表中查找
    if (de == NULL) { //如果频道不存在
        clients = listCreate();  //创建订阅者对应的列表
        dictAdd(server.pubsub_channels,channel,clients); //新插入频道对应的哈希项
        …
     } else {
```

```
        clients = dictGetVal(de); //频道已存在，获取订阅者列表
    }
    listAddNodeTail(clients,c); //将订阅者加入到订阅者列表
}

…
addReplyLongLong(c,clientSubscriptionsCount(c)); //给订阅者返回成功订阅的频道数量
```

现在，你就了解了 Redis 中发布订阅方法的实现。接下来，我们来看下哨兵在工作过程中，又是如何使用发布订阅功能的。

发布订阅方法在哨兵中的应用

首先，我们来看下哨兵用来发布消息的函数 sentinelEvent。

sentinelEvent 函数与消息生成

哨兵在使用发布订阅方法时，封装了 **sentinelEvent 函数**（在sentinel.c文件中），用来发布消息。所以，你在阅读 sentinel.c 文件中关于哨兵的源码时，如果看到 sentinelEvent，这就表明哨兵正在用它来发布消息。

我在第 22 讲中给你介绍过 sentinelEvent 函数，你可以再回顾下。这个函数的原型如下所示：

复制代码

```
void sentinelEvent(int level, char *type, sentinelRedisInstance *ri, const cha
```

实际上，这个函数最终是通过调用刚才我提到的 pubsubPublishMessage 函数，来实现向某一个频道发布消息的。那么，当我们要发布一条消息时，需要确定两个方面的内容：**一个是要发布的频道，另一个是要发布的消息。**

sentinelEvent 函数的第二个参数 type，表示的就是要发布的频道，而要发布的消息，就是由这个函数第四个参数 fmt 后面的省略号来表示的。

看到这里，你可以会有一个疑问，**为什么 sentinelEvent 函数参数中会有省略号？**

其实，这里的省略号表示的是**可变参数**，当我们无法列出传递给函数的所有实参类型和数目时，我们可以用省略号来表示可变参数，这就是说，我们可以给 sentinelEvent 函数传递 4 个、5 个、6 个甚至更多的参数。

我在这里就以 sentinelEvent 函数的实现为例，给你介绍下可变参数的使用，这样一来，当你在开发分布式通信程序时，需要生成内容不定的消息时，就可以把哨兵源码中实现的方法用起来。

在 sentinelEvent 函数中，为了使用了可变参数，它主要包含了四个步骤：

首先，我们需要定义一个 va_list 类型的变量，假设是 ap。这个变量是指向可变参数的指针。

然后，当我们要在函数中使用可变参数了，就需要通过 **va_start 宏**来获取可变参数中的第一个参数。va_start 宏有两个参数，一个是刚才定义的 va_list 类型变量 ap，另一个是可变参数的前一个参数，也就是 sentinelEvent 函数参数中，省略号前的参数 fmt。

紧接着，我们可以使用 vsnprintf 函数，来按照 fmt 定义的格式，打印可变参数中的内容。vsnprintf 函数会逐个获取可变参数中的每一个参数，并进行打印。

最后，我们在获取完所有参数后，需要调用 va_end 宏将刚才创建的 ap 指针关闭。

下面的代码展示了刚才介绍的这个过程，你可以再看下。

复制代码

```
void sentinelEvent(int level, char *type, sentinelRedisInstance *ri, const cha
    va_list ap;
    ...
    if (fmt[0] != '\0') {
        va_start(ap, fmt);
        vsnprintf(msg+strlen(msg), sizeof(msg)-strlen(msg), fmt, ap);
        va_end(ap);
    }
    ...
}
```

为了让你有个更加直观的了解，我在下面列了三个 sentinelEvent 函数的调用示例，你可以再学习掌握下。

第一个对应了哨兵调用 sentinelCheckSubjectivelyDown 函数**检测出主节点主观下线后**，sentinelCheckSubjectivelyDown 函数调用 sentinelEvent 函数，向“+sdown”频道发布消息。此时，传递给 sentinelEvent 的参数就是 4 个，并没有可变参数，如下所示：

```
sentinelEvent(LL_WARNING,"+sdown",ri,"%@");
```

第二个对应了**哨兵在初始化时**，在 sentinelGenerateInitialMonitorEvents 函数中，调用 sentinelEvent 函数向“+monitor”频道发布消息，此时，传递给 sentinelEvent 的参数有 5 个，包含了 1 个可变参数，表示的是哨兵的 quorum 阈值，如下所示：

```
sentinelEvent(LL_WARNING,"+monitor",ri,"%@ quorum %d",ri->quorum);
```

最后一个对应了**哨兵在完成主节点切换后**，在 sentinelFailoverSwitchToPromotedSlave 函数中，调用 sentinelEvent 函数向“+switch-master”频道发布消息。此时，传递给 sentinelEvent 的可变参数一共有 5 个，对应了故障切换前的主节点名称、IP 和端口号，以及切换后升级为主节点的从节点 IP 和端口号，如下所示：

```
sentinelEvent(LL_WARNING,"+switch-master",master,"%s %s %d %s %d",
        master->name, master->addr->ip, master->addr->port,
        ref->addr->ip, ref->addr->port);
```

这样一来，你也就了解了，哨兵在工作过程中是通过 sentinelEvent 函数和 pubsubPublishMessage 函数，来实现消息的发布的。在哨兵的整个工作过程中，它会在一些关键节点上，**使用 sentinelEvent 函数往不同的频道上发布消息**。除了刚才给你举例的三个频道 +monitor、+sdown、+switch-master 以外，我还把哨兵在工作过程中会用到的消息发布频道列在了下表中，你可以了解下。

频道名称	含义
+sdown	哨兵判断主节点主观下线
+odown	哨兵判断主节点客观下线
+new-epoch	当前的纪元被更新，进入新的纪元
+try-failover	达到故障切换的条件，开始故障切换
+failover-state-select-slave	开始要选一个从节点作为主节点
+selected-slave	找到一个合适的从节点作为新的主节点
+failover-end	故障切换成功完成
+switch-master	主节点发生切换，主节点的信息发生替换

极客时间

其实，在哨兵的工作过程中，如果有客户端想要了解故障切换的整体情况或进度，比如主节点是否被判断为主观下线、主节点是否被判断为客观下线、Leader 是否完成选举、新主节点是否切换完成，等等，就可以通过 subscribe 命令，订阅上面这张表中的相应频道。这样一来，客户端就可以了解故障切换的过程了。

好，下面我们再来看下，哨兵在工作过程中对消息的订阅是如何实现的。

哨兵订阅与 hello 频道

首先你要知道，每个哨兵会订阅它所监听的主节点的"__sentinel__:hello"频道。在第 23 讲中，我给你介绍过，哨兵会周期性调用 sentinelTimer 函数来完成周期性的任务，这其中，就有哨兵订阅主节点 hello 频道的操作。

具体来说，哨兵在周期性执行 sentinelTimer 函数时，会调用 sentinelHandleRedisInstance 函数，进而调用 sentinelReconnectInstance 函数。而在 sentinelReconnectInstance 函数中，哨兵会调用 redisAsyncCommand 函数，向主节点发送 subscribe 命令，订阅的频道由宏定义 SENTINEL_HELLO_CHANNEL（在 sentinel.c 文件中）指定，也就是"__sentinel__:hello"频道。这部分的代码如下所示：

复制代码

```
1 retval = redisAsyncCommand(link->pc,
2                 sentinelReceiveHelloMessages, ri, "%s %s",
```

```
                sentinelInstanceMapCommand(ri,"SUBSCRIBE"),
                SENTINEL_HELLO_CHANNEL);
```

从代码中，我们也可以看到，当在"__sentinel__:hello"频道上收到 hello 消息后，哨兵会回调 sentinelReceiveHelloMessages 函数来进行处理。而 sentinelReceiveHelloMessages 函数，实际是通过调用 **sentinelProcessHelloMessage 函数**，来完成 hello 消息的处理的。

对于 sentinelProcessHelloMessage 函数来说，它主要是从 hello 消息中获得发布 hello 消息的哨兵实例的基本信息，比如 IP、端口号、quorum 阈值等。如果当前哨兵并没有记录发布 hello 消息的哨兵实例的信息，那么，sentinelProcessHelloMessage 函数就会调用 **createSentinelRedisInstance 函数**，来创建发布 hello 消息的哨兵实例的信息记录，这样一来，当前哨兵就拥有了其他哨兵实例的信息了。

好了，了解了哨兵对"__sentinel__:hello"频道的订阅和处理后，我们还需要搞清楚一个问题，即**哨兵是在什么时候发布 hello 消息的呢？**

这其实是哨兵在 sentinelTimer 函数中，调用 sentinelSendPeriodicCommands 函数时，由 sentinelSendPeriodicCommands 函数调用 sentinelSendHello 函数来完成的。

sentinelSendHello 函数会调用 redisAsyncCommand 函数，向主节点的"__sentinel__:hello"频道发布 hello 消息。在它发送的 hello 消息中，包含了发布 hello 消息的哨兵实例的 IP、端口号、ID 和当前的纪元，以及该哨兵监听的主节点的名称、IP、端口号和纪元信息。

下面的代码就展示了 hello 消息的生成和发布，你可以看下。

复制代码

```
//hello消息包含的内容
snprintf(payload,sizeof(payload),
         "%s,%d,%s,%llu," //当前哨兵实例的信息，包括ip、端口号、ID和当前纪元
         "%s,%s,%d,%llu", //当前主节点的信息，包括名称、IP、端口号和纪元
         announce_ip, announce_port, sentinel.myid,
         (unsigned long long) sentinel.current_epoch,
         master->name,master_addr->ip,master_addr->port,
         (unsigned long long) master->config_epoch);
//向主节点的hello频道发布hello消息
retval = redisAsyncCommand(ri->link->cc,
```

```
        sentinelPublishReplyCallback, ri, "%s %s %s",
        sentinelInstanceMapCommand(ri,"PUBLISH"),
        SENTINEL_HELLO_CHANNEL,payload);
```

这样，当哨兵通过 sentinelSendHello，向自己监听的主节点的"__sentinel__:hello"频道发布 hello 消息时，和该哨兵监听同一个主节点的其他哨兵，也会订阅主节点的"__sentinel__:hello"频道，从而就可以获得该频道上的 hello 消息了。

通过这样的通信方式，监听同一主节点的哨兵就能相互知道彼此的访问信息了。如此一来，哨兵就可以基于这些访问信息，执行主节点状态共同判断，以及进行 Leader 选举等操作了。

小结

今天这节课，我们了解了 Redis 实现的发布订阅通信方法。这个方法是提供了频道的方式，让要通信的双方按照频道来完成消息交互。而**不同频道的不同名称，就代表了哨兵工作过程中的不同状态**。当客户端需要了解哨兵的工作进度或是主节点的状态判断时，就可以通过订阅哨兵发布消息的频道来完成。

当然，对于一个哨兵来说，它一定会订阅的频道是它所监听的主节点的"__sentinel__:hello"频道。通过这个频道，监听同一主节点的不同哨兵就能通过频道上的 hello 消息，来交互彼此的访问信息了，比如哨兵的 IP、端口号等。

此外，在这节课，我还给你介绍了一个 **C 语言函数可变参数的使用小技巧**，当你开发发布订阅功能时，都需要生成发布的消息，而可变参数就可以用来生成长度不定的消息。希望你能把这个小技巧应用起来。

每课一问

如果我们在哨兵实例上执行 publish 命令，那么，这条命令是不是就是由 pubsub.c 文件中的 publishCommand 函数来处理的呢?

分享给需要的人，Ta订阅后你可得 20 元现金奖励

生成海报并分享

赞 1 提建议

© 版权归极客邦科技所有，未经许可不得传播售卖。 页面已增加防盗追踪，如有侵权极客邦将依法追究其法律责任。

上一篇 24 | 从哨兵Leader选举学习Raft协议实现（下）

下一篇 加餐1 | Redis性能测试工具的使用

精选留言 (1)

写留言

曾轼麟
2021-09-30

回答老师的问题：这条命令是不是就是由 pubsub.c 文件中的 publishCommand 函数来处理的呢?

答：并不是publishCommand来执行的

...

展开

3